



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 13 792 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 06 F 13/364**

②1 Aktenzeichen: P 42 13 792.6  
②2 Anmeldetag: 27. 4. 92  
④3 Offenlegungstag: 28. 10. 93

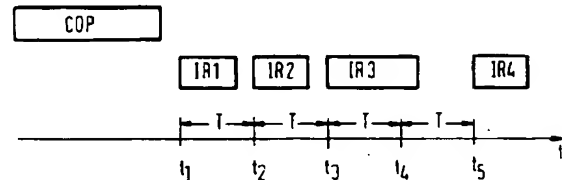
DE 42 13 792 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Oréans, Lutz, Dipl.-Ing., 7500 Karlsruhe, DE

⑤4 Verfahren zum Betreiben eines Datenübertragungssystems

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Datenübertragungssystems mit einer Vielzahl von über eine gemeinsame Busleitung miteinander verbundenen Teilnehmern. Durch ein sogenanntes Summenrahmentelegramm (COP) eines Teilnehmers, der sich im Besitz des Buszugriffsrechts befindet, werden mehrere Daten (OD1...ODn) für jeweils verschiedene andere Teilnehmer übertragen. Die anderen Teilnehmer, die durch das Summenrahmentelegramm (COP) zur Übertragung eines Antworttelegramms (IR1...IR4) aufgefordert worden sind, senden nacheinander in einer vorbestimmten Reihenfolge ihre Antworttelegramme (IR1...IR4) jeweils in Zeitschlitzten fester Dauer T auf die Busleitung.  
Die Erfindung wird angewandt bei Feldbussen in der Automatisierungstechnik.



DE 42 13 792 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 93 308 043/402

5/47

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Datenübertragungssystems nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus dem Aufsatz "Das PROFIBUS-Konzept" von Dipl.-Ing. Joachim Göddertz, erschienen in der Zeitschrift "Elektronik", Heft 16, 1989, Seiten 71 bis 78, ist bekannt, eine Vielzahl von Teilnehmern zur Datenübertragung über eine gemeinsame Busleitung miteinander zu verbinden. Die Zuteilung der Buszugriffsberechtigung kann sowohl durch das Token-Passing-Verfahren als auch durch das reine Master-Slave-Verfahren erfolgen. Im Token-Passing-Verfahren wird mit einer Token-Nachricht der Token, der die Buszugriffsberechtigung beinhaltet, von einem Master an seinen Nachfolger übergeben. Dagegen besitzt beim reinen Master-Slave-Verfahren ein Teilnehmer als Master eine nichtübertragbare Buszugriffsberechtigung. Beiden Verfahren gemeinsam ist, daß sich zu einem bestimmten Zeitpunkt nur ein Teilnehmer im Besitz der Buszugriffsberechtigung befindet. Dieser Teilnehmer kann beim Token-Passing-Verfahren wechseln, beim Master-Slave-Verfahren dagegen nicht. Die Steuerung der Datenübertragung führt er mit verschiedenen Telegrammen durch, die er auf die Busleitung sendet. Nach ihrer Funktion können die dabei verwendeten Telegrammtypen grob unterteilt werden in Broadcast-Telegramme zum Senden von Daten an alle anderen Teilnehmer, Send Data-Telegramme zum Senden von Daten an einen einzelnen Teilnehmer und Request Data-Telegramme zur Anforderung von Daten von einem einzelnen Teilnehmer. Weiterhin ist ein Send and Request Data-Telegramm, eine Kombination der beiden letztgenannten Telegrammtypen, vorgesehen. Sollen mehrere Daten für jeweils verschiedene andere Teilnehmer von ihm gesendet werden, so sind ebenso viele Send Data-Telegramme erforderlich, wie andere Teilnehmer anzusprechen sind. Jedes einzelne Telegramm muß dabei in einem bestimmten Telegrammformat gesendet werden, in dem die eigentlichen Übertragungsdaten um zusätzliche Daten, wie z. B. das Start-Byte, die Zieladresse, die Quelladresse, ein Kontroll-Byte, ein Prüf-Byte und ein Ende-Byte, ergänzt werden. Besonders bei kurzen Übertragungsdaten können diese zusätzlichen Daten die Datenübertragungsrate erheblich reduzieren. Fordert der Teilnehmer mit Buszugriffsrecht von mehreren anderen Teilnehmern Daten an, so muß er an jeden dieser Teilnehmer ein Request Data-Telegramm absenden. Request Data-Telegramme dienen lediglich zur Übertragungssteuerung und nicht zur eigentlichen Datenübertragung, so daß auch sie die Datenübertragungsrate des Systems verringern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Datenübertragungssystems zu finden, das die Reduzierung der Datenübertragungsrate vermeidet, die beim Senden von Daten an verschiedene Teilnehmer durch das Telegrammformat bzw. beim Anfordern von Daten von verschiedenen Teilnehmern durch Übertragungssteuerungstelegramme begründet ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei dem neuen Verfahren der eingangs genannten Art das im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebene Merkmal vorgesehen. In den Ansprüchen 2 bis 4 sind Möglichkeiten der Zuordnung der Daten zu den verschiedenen Teilnehmern beschrieben. Eine weitere Lösung der obengenannten Aufgabe stellt der Anspruch 5 dar, zu dem in

den Ansprüchen 6 bis 9 vorteilhafte Ausführungsvarianten angegeben sind.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß der Teilnehmer mit Buszugriffsrecht zum Senden mehrerer Daten an verschiedene andere Teilnehmer nur noch ein Telegramm aufbauen muß. Dadurch wird die Datenübertragungsrate des Systems erhöht, ohne die Übertragungssicherheit zu gefährden. Die Zuordnung der Daten zu den verschiedenen anderen Teilnehmern kann besonders einfach aufgrund der zeitlichen Datenfolge durchgeführt werden. Der Aufbau eines Summenrahmentelegramms gemäß Anspruch 3 zeichnet sich durch hohe Flexibilität aus, während der nach Anspruch 4 zur höheren Datenübertragungsrate führt. Eine weitere Erhöhung der Datenübertragungsrate wird bei dem Verfahren nach Anspruch 5 erreicht, bei dem mit lediglich einem Aufruftelegramm verschiedene andere Teilnehmer zur Übertragung eines Antworttelegramms veranlaßt werden. Dabei kann die Zuteilung des Buszugriffs prinzipiell in beliebiger, aber vorbestimmter Reihenfolge festgelegt werden. Vorteilhaft ist eine Festlegung nach den Ansprüchen 6 bis 9, da in diesen Fällen auf eine zusätzliche Parametrierung neben der ohnehin erforderlichen Festlegung der Teilnehmeradressen verzichtet werden kann.

Anhand der Zeichnungen, in denen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden im folgenden die Erfindung sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Format eines Summenrahmentelegramms,

Fig. 2 ein Format eines Antworttelegramms und

Fig. 3 ein Zeitdiagramm eines Datenübertragungszklus.

Gemäß Fig. 1 enthält das Format eines Summenrahmentelegramms COP (Central Output Poll) ein Synchronisations-Byte Sync zur Kennzeichnung des Telegrammanfangs, ein Kontroll-Byte FC1 (Frame Control) zur Unterscheidung verschiedener Telegrammtypen, die zu übertragenden Daten OD1 ... ODn sowie mindestens ein Prüf-Byte FCS (Frame Check Sequenz) zur Erhöhung der Übertragungssicherheit. Ein derartiges Summenrahmentelegramm COP wird von einem Teilnehmer, der sich im Besitz des Buszugriffsrechts befindet und über eine Busleitung mit mehreren anderen Teilnehmern verbunden ist, gesendet und von diesen empfangen. Diese erkennen das Summenrahmentelegramm COP anhand des Kontroll-Bytes FC1 und lesen von den Output-Daten OD1 ... ODn die für sie bestimmten Daten in einen Speicher ein. Im einfachsten Fall kann die Schreibsteuerung des Speichers mit einem Zähler durchgeführt werden, der vor der Datenübertragung mit einem durch Parametrierung eingestellten Anfangswert oder mit der Teilnehmeradresse geladen wurde, mit jedem empfangenen Datenwort abwärtszählt und beim Zählerstand Null den Schreibzugriff auf den Speicher freigibt. Nach dem Einlesen der Daten wartet jeder der anderen Teilnehmer auf das Telegrammende, das durch das Prüf-Byte FCS markiert ist. Die Telegrammlänge ist entweder innerhalb des Kontroll-Bytes FC1 oder in einem nachfolgenden Feld codiert.

Nach dem Ende des Summenrahmentelegramms COP senden diejenigen Teilnehmer, die zur Übertragung eines Antworttelegramms IR (Input Response) aufgefordert wurden, nacheinander ihre Telegramme in einem Format über die Busleitung, das in Fig. 2 dargestellt ist. Jedes Antworttelegramm IR beginnt mit einem Synchronisations-Byte Sync, auf das ein Kontroll-Byte

FC2.m folgt. In diesem Kontroll-Byte FC2.m kann neben der Kennung für den Telegrammtyp auch die Anzahl m der übertragenen Input-Daten ID1 ... IDm, die daran anschließend auf die Busleitung gesendet werden, angegeben sein. Beendet wird das Antworttelegramm IR durch ein Prüf-Byte BCC (Block Check Character), das zur Erhöhung der Übertragungssicherheit dient.

Prinzipiell kann die Länge der Output-Daten OD1 ... ODn und der Input-Daten ID1 ... IDm beliebig gewählt werden, vorteilhaft ist jedoch eine Festlegung der Länge auf jeweils ein oder zwei Byte.

Durch das Zeitdiagramm in Fig. 3 wird der zeitliche Ablauf eines Datenübertragungszyklus veranschaulicht. Die Teilnehmer, die zur Übertragung eines Antworttelegrammes aufgefordert wurden, synchronisieren sich auf das Ende des Summenrahmentelegramms COP ein und senden nacheinander in einer vorbestimmten Reihenfolge ihre Daten in den Antworttelegrammen IR1 ... IR4 auf die Busleitung. Dabei ist jedem Teilnehmer mindestens ein Zeitschlitz der Dauer T, die der Größe eines Antworttelegramms zur Übertragung eines Datenworts entspricht, fest zugeordnet, in dem er seine Daten auf der Busleitung übertragen kann. Diese Zuordnung kann z. B. vom Anwender durch eine Hardware-Codierung bei der Inbetriebnahme, durch eine Parametrierung in der Initialisierungsphase oder in Abhängigkeit von den Teilnehmeradressen erfolgen. Eine mit geringem Aufwand realisierbare Variante ist die direkte Abbildung der Teilnehmeradressen auf die Zeitschlitznummern, so daß im Ausführungsbeispiel der Zeitschlitz, beginnend zum Zeitpunkt  $t_1$ , dem Teilnehmer mit der Adresse 1, der Zeitschlitz bei  $t_2$  dem mit der Adresse 2 usw. zugeordnet wird. Sie hat den Vorteil, daß zur Speicherung der Input-Daten in dem Teilnehmer, der zur Übertragung von Antworttelegrammen aufgefordert hatte, jeder Adresse ein bestimmter Speicherbereich fester Länge zugeordnet werden kann und die physikalische Adresse zur Berechnung der Speicheradresse in einer linearen Abhängigkeit benutzt werden kann. Auch mehrere Datenworte können zusammen in einem Antworttelegramm IR gesendet werden, wonach ein oder mehrere darauffolgende Zeitschlitze ungenutzt bleiben. Zur Erhaltung der linearen Abhängigkeit bei der Bildung der Speicheradresse müssen dem Teilnehmer, der ein solches Antworttelegramm IR sendet, auch entsprechend mehrere Teilnehmeradressen zugeordnet werden. Das Antworttelegramm IR3 in Fig. 3 enthält daher zwei Datenworte und belegt aufgrund zweier Adressen des Teilnehmers zwei Zeitschlitze, die zu den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$  beginnen.

Eine weitere Möglichkeit zur Zuordnung der Zeitschlitze zu den einzelnen Teilnehmern besteht darin, daß jeder Teilnehmer mithört, wieviele Datenworte in den vorangegangenen Antworttelegrammen gesendet wurden, und errechnet, nach welchem vorangegangenen Antworttelegramm er selbst senden darf. Diese Betriebsart ermöglicht eine Vermeidung ungenutzter Zeitschlitze.

Ein Datenübertragungszyklus mit mehreren Antworttelegrammen IR1 ... IR4 muß nicht zwangsläufig durch ein Summenrahmentelegramm COP initiiert werden. Als Aufruftelegramme können beliebig geartete, von dem Teilnehmer mit Buszugriffsrecht gesendete Telegramme vereinbart werden. Das könnte z. B. auch ein längeres Telegramm mit umfangreichem Dateninhalt sein, das an nur einen bestimmten oder an eine Gruppe von anderen Teilnehmern gerichtet ist.

Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Ver-

fahren in der Automatisierungstechnik mit speicherprogrammierbaren Steuerungen anwendbar. Dort führt es zu einem erheblichen Zeitgewinn bei der Übertragung der Solldaten an Aktoren und der Erfassung von Meßwerten mit Sensoren, die jeweils mit einer gemeinsamen Busleitung an die speicherprogrammierbare Steuerung angeschlossen sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Datenübertragungssystems, insbesondere für eine speicherprogrammierbare Steuerung, mit einer Vielzahl von über eine gemeinsame Busleitung miteinander verbundenen Teilnehmern, von denen sich zu einer bestimmten Zeit nur einer im Besitz des Zugriffsrechts auf die Busleitung befindet und die Datenübertragung über die Busleitung mit Telegrammen steuert, dadurch gekennzeichnet, daß ein sogenanntes Summenrahmentelegramm (COP) dieses Teilnehmers mehrere Daten (OD1 ... ODn) für jeweils verschiedene andere Teilnehmer enthält.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten (OD1 ... ODn) für jeweils verschiedene andere Teilnehmer zeitlich hintereinander im Summenrahmentelegramm (COP) gesendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten (OD1 ... ODn) den verschiedenen anderen Teilnehmern entsprechend ihrer jeweiligen Adresse im Datenübertragungssystem zugeordnet sind, wobei die jeweilige Adresse den Daten (OD1 ... ODn) im Summenrahmentelegramm (COP) hinzugefügt ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten (OD1 ... ODn) entsprechend ihrer zeitlichen Reihenfolge im Summenrahmentelegramm (COP) den verschiedenen anderen Teilnehmern in aufsteigender Reihenfolge der Teilnehmeradressen zugeordnet sind.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß den anderen Teilnehmern, die durch das Summenrahmentelegramm (COP) oder ein sonstiges Aufruftelegramm zur Übertragung eines Antworttelegramms (IR1 ... IR4) aufgefordert worden sind, jeweils für einen oder mehrere sogenannte Zeitschlitze, deren Länge (T) mindestens der Übertragungsdauer eines Antworttelegramms (IR1 ... IR4) für ein Datenwort (ID1; ... ; IDm) entspricht, der Zugriff auf die Busleitung in einer vorbestimmten Reihenfolge zuteilt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuteilung in aufsteigender Reihenfolge der Teilnehmeradressen erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der anderen Teilnehmer die vorangegangenen Antworttelegramme (IR1 ... IR4) mithört und erst dann zu senden beginnt, wenn eine der Anzahl der bereits gesendeten Datenworte (ID1 ... IDm) entsprechende Zahl von Zeitschlitzen vergangen ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitschlitze numeriert werden und die Zuteilung an den Teilnehmer erfolgt, dessen Adresse mit der Nummer des Zeitschlitzes übereinstimmt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Anzahl der einem Teilnehmer zugeordneten Adressen gleich ist der Anzahl der von diesem Teilnehmer gesendeten Datenworte (ID1 ... IDm).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

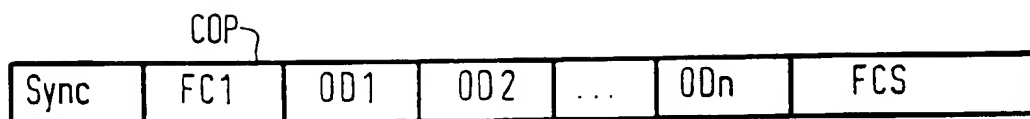


FIG 2

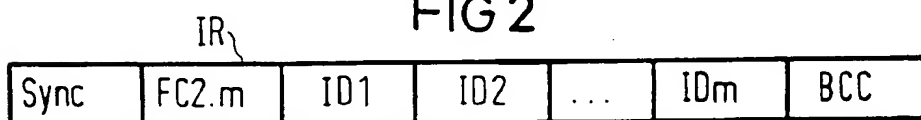


FIG 3

